This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

PROCEDIMIENTO

PARA LA

EXTRACCION DEL ORO Y DE LA PLATA

PRACTICADO EN NEVADA Y CALIFORNIA

TRADUCIDO DE LA OBRA DE GUIDO KÜSTEL

POR EL

INGENIERO DE MINAS EDUARDO AVILA

MÉXICO

OFICINA TIP. DE LA SECRETARIA DE FOMENTO

Calle de San Andrés número 15.

1893

Digitized by Google

Digitized by Google

PROCEDIMIENTO

PARA LA

EXTRACCION DEL ORO Y DE LA PLATA

PRACTICADO EN NEVADA Y CALIFORNIA

TRADUCIDO DE LA OBRA DE GUIDO KÜSTEL

POR EL

INGENIERO DE MINAS EDUARDO AVILA

MÉXICO

OFICINA TIP. DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO

Calle de San Andrés núm. 15.

1893

Digitized by Google

Digitized by Google

X-TN
K95

PROCEDIMIENTO

PARA LA

EXTRACCION DEL ORO Y DE LA PLATA

Practicado en Nevada y California, traducido de la obra de Guido Küstel, por el Ingeniero de Minas Eduardo Avila.

DESCRIPCIÓN DE LOS APARATOS DE AMALGAMACION.

Los aparatos de amalgamación, cuya descripción se verá en seguida, se llaman en inglés *pan*, cuya traducción en español es pailas ó cazos; el nombre inglés siendo así técnico, será el que se use en todo lo que sigue. Se omite la descripción completa de las baterías de amalgamación, por ser aparatos muy conocidos, haciéndose solamente una descripción especial de las modificaciones que tales máquinas deben tener cuando se trate, además de moler el mineral, de amalgamar el oro que éste contenga.

Los panes ó pailas son de formas y dimensiones muy variadas; pero todos constan de dos partes distintas: una fija, que es el pan propiamente tal, y otra móvil en el interior de la primera llamada mano. Sobre el fondo del pan se coloca un sobrefondo, formado de una ó varias piezas de fierro colado llamadas dedos, destinadas á sufrir la fricción, evitándose de este

K M341830

Digitized by Google

modo que se gaste el fondo del pan. La mano tiene en su parte inferior una cubierta formada de varias piezas, también de fierro colado, llamada zapatos, y destinada, como los dedos, á sufrir la fricción, impidiendo el consumo de la mano.

Conocidas estas generalidades, se dan en seguida las descripciones especiales de tres tipos de panes, á los que pueden referirse todos los demás.—*Advertencia del traductor.*

Digitized by Google

PANES COMUNES DE FIERRO.

La figura 1ª representa un pan común de fierro de seis pies ingleses de diámetro. La figura 2ª es una sección vertical de la 1ª, según la línea *A B; a*, es una cruz de madera á la que trozos del mismo material *b*, armados con zapatos de fierro *c*, y están asegurados por medio de los pernos *d*. Cada zapato tiene una espiga *e*, de cerca de una pulgada de largo que penetra en el trozo é impide todo movimiento.

En la flecha *g* se coloca la horquilla ó *yoke*, asegurada con una chaveta. Los dos cabos de la horquilla, penetran en los agujeros *h* de la cruz *a;* pero no tan exactamente ajustados que el conjunto que forma la mano no pueda seguir el gasto de los zapatos. Panes que tienen su aparejo de movimiento por debajo, y la flecha atraviesa el cono *i*, están dispuestos para que por medio de un tornillo pueda levantarse la mano. La disposición para levantar la mano no es importante, así es que ésta generalmente trepida cuando el pan está muy cargado. El vapor se introduce á la masa por un tubo *l; k k*, son dos bitoques de descarga; *m*, representa el falso fondo hecho de una pieza de dos

Digitized by Google

pulgadas de espesor. Este fondo debe ser de una pulgada menos que el diámetro del pan, y el hueco del centro de una pulgada más que la base del cono que ocupa el mismo punto: de este modo queda en todos sentidos un espacio libre de media pulgada de ancho. El mejor modo de asegurar estos fondos, y al mismo tiempo de impedir la entrada de azogue por debajo, es el siguiente: se colocan sobre los huecos que se van á llenar, tiras de lona fuerte de dos y media pulgadas de ancho, y sobre ellas pasta de limadura de fierro, se aprieta en seguida con unas buenas cuñas de madera seca, procurando hundirlas todas á la vez y completamente; así la cerradura es igual por todas partes, é igualmente enérgica. Las cuñas deben ser un poco más cortas que el espesor del falso fondo dejando encima de ellas un espacio que se llena con pasta de limadura.

Panes de Wheeler.

La figura 1, muestra la vista en conjunto del fondo del pan; y la figura 2, una sección vertical de la 1, según la línea *A B*. Para mayor claridad en el dibujo, no se han representado en la figura 1, la horquilla *e*, el armazón *q q q*, ni el anillo *b'* de la figura 2, habiéndose trazado sin embargo con líneas puntuadas en la figura 1, las guías curvas *c*. La mano *d*, y el anillo *e*, se ven representados solamente en la mitad superior de la figura 1: esta última pieza *e*, tiene en la prolongación de dos diámetros perpendiculares, unos salientes que sirven de muñones para fijar la mano *d* á la orquilla

Digitized by Google

a, los cuales están alojados: un par, en las chumaceras *f*, de la mano, y el otro par* (*g* fig. 2), en las chumaceras *h*, de la horquilla, la mitad inferior de la figura 1, muestra los dados *i*, sobrepuestos directamente en el fondo del K, pan. Los dados se mantienen en su lugar: en el centro, bajo el anillo *j*, y en la circunferencia, bajo los rebordes *l;* estos son unos apéndices de los bordes del pan salientes hacia el interior. Cada dado tiene una proyección *m*, que se aloja bajo su correspondiente reborde *l* por su bisel, como está representado en *m*, fig. 2. Los dados tienen una pulgada de espesor, y uno de sus lados largos biselado, así es que, colocados en el fondo, se forman una serie de canales con la curvatura del bisel.

En la figura 2 se ve hacia la izquierda, en corte la mano *d*, el zapato *n*, y el dado *i*. La mano es un disco de fierro colado que tiene en su circunferencia un borde. Dispuestas simétricamente al derredor del centro, tiene doce aberturas oblongas *d'* figura 1, de dos y un cuarto pulgadas de ancho, por diez y tres cuartos de largo. Uno de los lados largos de cada abertura está esviajado hacia abajo, como se indica con las líneas puntuadas *s*. Los zapatos tienen aberturas semejantes, y correspondientes con las de la mano, siendo solamente media pulgada más angostas y otro tanto más cortas, por estar el espacio de media pulgada ocupado por las cuñas de pino seco *n'* con las cuales cada zapato, se afirma la mano, por medio del reborde que aquel tiene dispuesto para que penetre en su correspondiente abertura de la mano. En la figura 1 se indica el reborde en dos de las aberturas, con un espacio

Digitized by Google

sombreado, y en las otras sólo se ve el contorno. En la misma figura están indicados los zapatos bajo la mano por líneas puntuadas *o*. En el bordo de la mano hay rebordes inclinados *o'* en sentido contrario de los *l* del pan, y ambos, al moverse la mano, producen una corriente de la masa, hacia arriba; *c*, *c*, *c*, *c*, son cuatro guías curvas que obligan á la masa á dirigirse al centro. Las guías son de lámina de fierro y tienen extensión suficiente para que una de sus extremidades llegue á apoyarse en el bordo del pan. Próximo á esta extremidad, y hacia la parte convexa, tiene asegurados unos salientes *p*, de sección transversal en forma de *T*, cuya cabeza penetra entre las correderas *p'* que tiene el bordo del pan, y por medio de una cuña de fierro que penetra entre la cabeza de la *T* y el pan, quedan sujetas las guías para poder resistir la corriente.

Las guías curvas *c* están conectadas con el armazón *q*, formado con cuatro barillas atornilladas al anillo *b'* el cual á su vez está en conección con el anillo inferior *b* por cuatro pernos á los que las guías están sujetas. El armazón se sujeta á la flecha *T* por medio de un tornillo *q'*.

a' es un tubo para introducir el vapor directamente en la masa, *u* es una cámara de vapor para cuando se quiera calentar la masa á través del fondo: este método se ha encontrado innecesario y dispendioso en combustible, por tal motivo ya no se construyen panes con cámara de vapor, y como consecuencia se ha cambiado la disposición de la caja de estopa *t*, pudiéndose aceitar y manejar con más comodidad; *w* y *w'* muestran el aparato para levantar la mano; atornillando la barilla

Digitized by Google

y, la mano se levanta gradualmente, pero si conviniere hacerlo de una vez, bastará empujar la barilla para abajo.

Los dados y fondos del pan, no ajustan tan perfectamente que no dejen en uno ú otro lugar algún hueco ó paso, lo cual produce por varias horas un fuerte traqueteo: para evitar esto, se introducen al pan residuos (jalzontles) ó mineral húmedo extendiéndolos en una capa de media pulgada de espesor: cada dado se fija entonces en su dirrección radial por el lodo que se introduce entre su proyección al exterior y su correspondiente reborde *l*, poniendo á nivel el fondo, á la vez que le da firmeza. Se debe poner cuidado, al asentar los dados, que la punta de uno, por ejemplo del número 1, no monte sobre el bisel del número 2, y cuando los doce dados se han colocado, se pone sobre sus cabezas el collar *j*, el cual se asegura volteándolo lo necesario para que el apéndice, llamado nuez número 3 quede sobre el collar. Los espacios *i'* y *k*, se llenan con mineral hasta nivelar con la superficie de los dados, y obre estos se coloca la mano. Se pone en seguida un poco de agua en el pan, dejándolo en reposo por cerca de dos horas, con esto se diluye algo de lodo y se hinchan las cuñas *n'*.

Con objeto de poder colocar encima la mano, se dispone cerca del pan un trozo de madera. Cada semana se deberá sacar, por lo menos una vez, la mano del pan para limpiarla de la amalgama que se adhiere al derredor de la pieza central, porque de otro modo el mineral no pasa con facilidad bajo la mano. Las tres ó cuatro primeras cargas requieren dos ó tres horas más

Digitized by Google

de fricción; porque los zapatos y dados nuevos están inadecuados.

Agitador ó Lavadero de Wheeler.

La figura representa una sección del agitador (en la que también se ve la del brazo *a*, y del otro lado, la vista de frente del mismo). La flecha superior *b* está ahuecada, con objeto de llevar agua á través de los brazos *a*. De estos hay cuatro que tienen por objeto diluir la masa para facilitar la separación de la amalgama y residuos. Si la masa mineral se ha de tratar como se describirá al hablar del beneficio con los panes de Wheeler, no es necesario la dilución, y en este caso es inútil que la flecha y brazos sean huecos, pudiéndose reemplazar, por consiguiente, con otros macisos. Si la masa estuviere muy espesa, se deberá agregar una poca de agua al pan unos cuantos minutos antes de la descarga.

La flecha *b* se desliza en el aparejo *c*, al que se fija con chavetas, reposando en el tenedor *d* y en un collar suelto *e*. Por medio de una palanca d, y en un tornillo *f*, la flecha puede levantarse con los zapatos gradualmente. El fondo de fierro colado *g*, está inclinado hacia el centro, terminando en un apuro *h*, para la recepción del azogue. Este apuro debe conservarse siempre lleno de mercurio. Así es que, cuando se descarga un pan, el azogue superfluo corre por el sifón *i*. El tubo de tres octavos de pulgada *k*, cuatro pulgadas encima del fondo, saca constantemente los residuos, siendo estos diluídos con un chorro de agua limpia de una pulgada. El tubo inferior de una pulgada *l*, sirve para la descar-

Digitized by Google

ga si es necesaria una limpia; *o*, es también un agujero de dercarga; *p*, representa los zapatos, los que están levantados y asegurados por cerrojos, no debiéndose permitir que rocen contra el fondo; *q*, es un borde de madera formado con duelas que tienen veinticinco ó treinta pulgadas de largo.

El agitador de "Hepburn" difiere del de "Wheeler," en tener el fondo horizontal, y en el lugar del apuro en el centro, tiene un canal circular cerca del medio del fondo, conectado con un sifón. Este agitador trabaja mejor que el de "Wheeler" sin dilución y siguiendo el mismo procedimiento que en aquel.

Pan de Hepburn y Paterson.

La figura 1, representa una sección vertical de la vista del fondo, figura 2, según la línea *AB*. La pieza central de la figura 2, es una sección horizontal, según la línea *CD*. de la figura 1. El pan *a* tiene una profundidad de diez y ocho pulgadas en los lados, y veintisiete cerca del cono *b*, formándose de este modo un fondo inclinado. La flecha *c*, atraviesa el cono hueco *b*. El cilindro suspensor *d*, se fija á la flecha por una chaveta estacionaria; ésta consiste, en un saliente de la flecha que penetra en su correspondiente caja, abierta en el cilindro suspensor, en la parte en la que estas dos piezas están en contacto. La mano *m*, tiene tres gajos *e'*, unidos en una sola pieza anular *e*," en la cual hay tres aberturas *p*, para dar paso á los garabatos *e*, del suspensor *d*. Cuando el suspensor esté colocado en su lugar, se hará girar á la derecha, hasta que los garabatos

Digitized by Google

e, vengan á colocarse bajo los tornillos de nivel *x;* el movimiento que se acaba de indicar está representado en la figura 2, por la parte puntuada *a*. El tornillo *f* atraviesa el cilindro suspensor *d*, el que á su vez sirve para comunicar el movimiento á la mano; *o*, es una pieza en forma de carrete, móvil en el interior del suspensor, pero está fijo á la rueda de mano *h*, así es que el movimiento del tornillo *f*, puede detenerse sujetando la rueda *h*, por estar el tornillo simplemente apoyado sobre la cabeza de la flecha. Cuando el aparato está en movimiento puede levantarse la mano sujetando la rueda *h* y haciendo guiar el tornillo *f* con la rueda superior *h'*. La parte del cono hueco que sirve de caja ó chumacera á la flecha *c*, está revestida con liga metálica de antifricción *z*. Los zapatos *n*, están asegurados á la mano por pernos *m*, habiendo además dos espigas en cada zapato, las cuales ajustan en sus correspondientes cajas en la mano, para evitar todo juego. En la figura 2, los zapatos están indicados por líneas puntuadas. Los dados *i* tienen dos espigas en la parte inferior, las que ajustan en sus correspondientes cajas del fondo del pan, Una cuña *r*, asegura al dado en su lugar. El tubo *q* sirve para la descarga y *q'* para introducir vapor.

Extración del Oro.

El procedimiento para extraer el oro libre es muy sencillo; requiere solamente fricción apropiada y contacto con azogue. Hay en California combinaciones de oro con otras substancias que rehusan ponerlo en

Digitized by Google

libertad por la sola fricción; tales son las arsenicales, algunas piritas de fierro y el telururo de oro, las cuales requieren diferente tratamiento.

Dos son los métodos principales de extracción del oro: por amalgamación y por cloruración.

A. Por Amalgamación.

a. Amalgamación en Baterías. Con este objeto las Baterías están provistas de planchas de cobre amalgamadas, de tres á cinco pulgadas de ancho y del largo de la Batería; una del lado del descargadero y la otra del lado del cebadero; ésta, protegida por la plancha de fierro del cebadero. Las citadas planchas están fijas, con una inclinación de treinta y cinco á cuarenta grados hacia las chapas.

Otras Baterías están construídas para tener suficiente espacio donde se acumule la amalgama. En este caso, las almadanetas están separadas, una de otra, de tres á cuatro pulgadas, y otro tanto de los costados del mortero, colocando unas rejillas de fierro hacia el interior de los cedazos. La amalgama se adhiere poco á las varillas de aquellas; por este hecho es preferible emplear las planchas de cobre amalgamadas. Estas se preparan frotando el azogue contra la plancha con un pedazo de paño que envuelva á un trozo de madera, poniéndole, además, unas gotas de ácido nítrico diluído en la cuarta parte de agua.

La cantidad de azogue que debe emplearse depende de la ley de oro del mineral. Una onza de oro requiere una de azogue; pero cuando aquel se encuentra en

Digitized by Google

partículas muy finas, es necesario aumentar la cantidad de azogue á una y cuarto ó una y media onzas. Durante la molienda, y en espacios de media ó una hora, se agrega el azogue bajo cada mazo, en proporción de un cuarto de onza, poco más ó menos, según lo requiera el mineral. Si al hacer la descarga se nota la amalgama muy seca, algo más de azogue deberá emplearse; pero si al contrario, la amalgama está muy blanda ó se perciben gotas de azogue, menor cantidad se empleará.

La amalgamación marcha rápidamente. Una hora despues de puesto el azogue, ya no salen partículas amarillas de oro, exceptuándose el caso de un mineral cuarzoso que contenga: plomo, antimonio, ú otros metales volátiles y que por tal razón ha sido necesario quemarlos para separar aquellos y facilitar la molienda; sucediendo entonces que algunas partículas de oro pasan sin amalgamarse, al hacer la desarga, envueltas en las espumas.

Si la proporción conveniente de azogue y la regularidad en el tiempo de la descarga se han guardado, cuando el mineral contiene oro pesado (800 milésimos de ley) de sesenta á setenta y cinco por ciento, puede recogerse en las Baterías y plataformas de cobre; pero si el oro es ligero (300 á 400 milímetros de ley), semejante al oro de Washoe, el resultado es menos favorable; una gran cantidad de partículas finas de amalgama se adhieren envolviendo entre sí algo de la espuma de manganeso del mineral, formando una esponja negruzca tan ligera que flota; además, las materias estrañas que forman la envoltura, impiden que se unan

Digitized by Google

las partículas de amalgama de la que poco puede retenerse, pues las oleadas la hacen pasar sobre todo.

Es un error poner azogue en la Batería si se adopta la concentración y se dejan escapar los residuos.

El oro fino es más fácilmente retenido por la parte concentrada, que la amalgama que flota. Tampoco, evidentemente, hay ventaja en amalgamar la Batería cuando el total de la masa pulverizada se ha de amalgamar en panes, solamente que la masa ó la parte concentrada se hayan de reverberar.

b. Amalgamación en láminas de cobre, plataformas, artesas y otros fijantes del mismo metal. Todos estos sistemas son muy imperfectos y abandonados la mayor parte de ellos.

c. Amalgamación en arrastras. Este sistema es muy primitivo, pero da un buen resultado, comparativamente, en el oro libre, si bajo una buena manipulación se dispone de tiempo suficiente.

La construcción del aparato es muy conocida: es un fondo de piedra de diez á catorce pies de diámetro, con un bordo de madera de veinte á veinticinco pulgadas de alto. Cuatro ó seis grandes piedras son arrastradas, en un camino circular, por cadenas que las sujetan á cuatro brazos horizontales que cruzan á una flecha vertical superior: hacen de seis á diez revoluciones por minuto y entregan de una á una y media ó dos toneladas de mineral, en granzón, en veinticuatro horas. Esto es demasiado para una amalgamación adecuada.

Puesta en movimiento la arrastra, se carga con doscientas libras de mineral, próximamente, agregando

Digitized by Google

un poco de agua; después de un cuarto de hora de trabajo, se completa la carga con cuatrocientas ó quinientas libras de mineral. Tan pronto como el mineral se ha convertido en lama, se le pone una ó dos onzas de azogue, haciéndolo pasar á través de una lona para que caiga dividido sobre la lama espesa. Una tentadura que se saca de tiempo en tiempo con una cuchara de cuerno, se lava y examina. Cuando se percibe oro libre después de que la amalgamación se ha efectuado por cierto tiempo (el que ha fijado la práctica) se debe agregar algún azogue. La primera carga requiere un poco más de tiempo, pero en general después de un trabajo de cuatro ó cinco horas puede hacerse la descarga, diluyendo antes la masa en el agua necesaria. La siguiente carga se beneficia de una manera semejante y así se continúa con las cargas subsecuentes, hasta que se hayan tratado de ciento á ciento cincuenta toneladas de mineral. El azogue debe emplearse siempre en cantidad proporcionada con el oro; una á una y media onzas del primero por una del segundo. La amalgama se embebe en las juntas del fondo y debe permanecer dura; el usar mucho azogue vuelve la amalgama delgada, la operación imperfecta y hay pérdida de azogue, el cual á veces se encuentra en el fondo de la arrastra.

d. Amalgamación en Panes de fierro.

Un pan de amalgamación es una arrastra muy perfeccionada y hasta ahora el procedimiento más perfecto de amalgamación. Las dos condiciones: fricción y contacto con azogue se realizan perfectamente en los Panes de Wheeler. La suposición de que un movi-

Digitized by Google

miento lento es favorable á la amalgamación, es errónea y enteramente refutada por recientes experiencias, sin embargo, hasta qué punto sea ventajoso aumentar la velocidad, no se ha determinado aún; sesenta revoluciones por minuto, estando la mano bien construída; dan un resultado satisfactorio; pero debe advertirse que el azogue quede muy destruído.

No es un procedimiento químico el requerido para la amalgamación del oro, sino cuando el mineral es de los mencionados al principio. Con la amalgamación en pan, el oro se extrae en cerca de noventa y cinco por ciento de la ley que da el ensaye por fuego. La pérdida de oro en los panes no depende de lo defectuoso de la amalgamación, sino de la descarga extemporánea.

Minerales que contengan oro en tal condición que no puede extraerse por fricción deben reverberarse (sin sal), antes de tratarlos en los panes. El beneficio de los minerales auríferos no difiere del de los argentíferos sino en que los primeros no necesitan calor ni reativos.

B. Por Cloruración.

Este procedimiento está fundado en las propiedades del cloro, el que puesto en contacto con el oro forma con él un protocloruro sin necesidad de calor. La plata, en estado metálico ó en el de sulfato experimenta el mismo cambio formándose cloruro de plata; pero el cloruro de oro es soluble en el agua y el de plata sólo en una solución caliente de sal.

Este procedimiento se practica en Nevada, Califor-

Digitized by Google

nia. Otro establecimiento perteneciente á Mr. Deetken, en San Francisco, beneficia sulfuros concentrados, de diferentes partes de California.

La cloruración de los minerales de oro es muy sencilla; no obstante, tiene algunos detalles delicados. Comparativamente muy pocas manos se emplean y no hay necesidad de motor ni de vapor; este procedimiento bien manejado extrae el oro casi en totalidad. Generalmente no se encuentran en la lama partículas gruesas de oro, las que por otra parte resisten á la cloruración ó requieren mucho tiempo. Según la experiencia de Mr. Deetken son preferibles las lamas con baja ley de oro porque se cloruran más pronto y fácilmente.

El mineral molido se somete primeramente á la calcinación en horno de reverbero sin cernerlo; no se usa sal porque algunas veces causa alguna pérdida de oro, La reververación se ejecuta por el método conocido, removiendo la masa á una temperatura baja hasta que todos los sulfuros y arseniuros se hayan descompuesto. La adición de carbón en polvo favorece la calcinación. Después de seis ú ocho horas de trabajo, cuando no se percibe olor de ácido sulfuroso, el mineral se descarga y extiende en un lugar adecuado para que se enfríe: en este estado se rocía con agua y se traspalea varias veces; siendo de advertir, que un poco más de humedad ó de sequedad influye muy notablemente en el resultado de la cloruración.

Una vez humedecida la masa se introduce en una cuba de madera de siete pies próximamente de diámetro y veinticinco ó treinta pulgadas de profundidad.

Digitized by Google

La cuba tiene un sobre-fondo sobre el que descansa el mineral, y está dispuesto á propósito para que el cloro gaseoso, que entra por debajo, atraviese la masa mineral que soporta el sobre-fondo. Cerca del fondo hay dos agugeros: uno para la descarga de la solución y el otro comunica, por medio de un tubo de plomo, con el generador de gas, el que también está interiormente revestido de plomo. El generador se carga, hasta cierta altura, con peróxido de manganeso y sal y por un tubo de plomo se introduce ácido súlfurico. Tan pronto como la mezcla se calienta con el fuego que se pone debajo del generador, el cloro gaseoso se desprende y penetra á la cuba por el tubo de plomo que liga á los dos aparatos.

Pasado algún tiempo, la masa se encuentra fuertemente penetrada por el cloro y gas verdoso se ve desprenderse del mineral, la cuba se cubre entonces con una tapa de madera. En este estado permanece por diez ó quince horas; y cuando se quita la tapa, se introduce agua limpia en cantidad suficiente para que alcance la superficie de la masa; inmediatamente después se destapa el agujero de descarga, recibiéndose el agua que contiene el cloruro de oro disuelto, en vasijas de vidrio; á estas se les pone sulfato de fierro, el cual precipita el oro bajo la forma de un polvo negruzco. Si en el mineral que se beneficie hay sulfuros de plata, la reverberación los transformará en sulfatos y el cloro gaseoso en cloruro de plata; el que, siendo insoluble en el agua, se queda en los residuos.

El oro precipitado es de novecientos noventa y cinco milésimos de ley.

Digitized by Google

Extracción de la Plata.

La extracción de la plata tal como se practica en el Territorio de Nevada y en el Estado de California, puede dividirse en los siguientes procedimientos:

Primero; vía húmeda. Amalgamación en panes.

Segundo; procedimiento de reverberación.

a. Amalgamación en toneles.

b. Amalgamación en cubas del Doctor Veatch.

c. Amalgamación en panes de fierro.

Tercero; procedimiento frío:

Amalgamación en patio.

Cuarto; extracción de la plata por medio del plomo (fundición).

Procedimiento Húmedo.

Por los años de 1865 á 1866, M. Smith llamó la atención por su procedimiento con el que beneficiaba mineral sin reverberar, en panes de fierro de cuatro pies de diámetro. La superficie del fondo estaba disminuída por una pieza central y por varios zapatos, y así es, que solamente cincuenta litros de mineral podían cargarse y beneficiarse en cinco ó seis horas. Desde entonces se ha mejorado muy poco la parte exclusivamente química del procedimiento; pero la disposición del conjunto de los panes ha sido gradualmente mejorada hasta el grado que hoy un pan de cuatro pies, sistema Wheeler, se carga con setecientas cincuenta ú ochocientas libras de mineral, y la amalgamación se termina en

Digitized by Google

tres horas, incluyendo en este tiempo el que se emplea en cargar y descargar. Esta mejora mecánica trae consigo otro en la parte química. Es sabido, en efecto, que la fricción y el fierro descomponen por si solos, y sin necesidad de reactivos, los sulfuros de plata, aun los rebeldes. Fricción y fierro son por sí mismos reactivos poderosos. Minerales de plata tratados con los correspondientes reactivos en una arrastra de piedra por doce horas, no producirán la mitad de la plata que un pan de Wheeler, sin reactivos, produzca en tres horas.

Una de las ventajas de este procedimiento es poder beneficiarse minerales en crudo. La molienda en seco es perjudicial á la maquinaria y por esta razón no es aceptada; el trabajo de hacer lama evita el destrozo, y la plata que resulta del beneficio es generalmente muy fina, de novecientos setenta á novecientos noventa y siete milésimos. Es comparativamente una operación barata; pero sin embargo de las mejoras, los resultados de este método no pueden considerarse todavía completamente satisfactorios. Respecto de reactivos, un descubrimiento de importancia no es de esperarse. Casi todas las substancias entre vitriolo azul y cocimiento de tabaco ó té, por racional ó irracional que pueda suponerse su aplicación para descomponer los sulfuros, han sido experimentadas, y todavía aún no hay reactivos conocidos, por cuyo medio más de *cincuenta ó sesenta por ciento* de la plata puede extraerse. Si un alto por ciento es á veces obtenido, es con motivo del oro ó donde prevalece la plata sulfúrea.

La descomposición de los sulfuros de plata no depende sólo de los reactivos, como se ha demostrado con los

Digitized by Google

panes de Wheeler, en los que se ha podido extraer plata en proporción de un diez á quince por ciento, operando como en un pan común. Los resultados, como quiera que sea, dependen mucho de la calidad del mineral si éste no se ha reverberado. Debe observarse que el alto por ciento no es en referencia al oro.

No todas las combinaciones son á propósito para el procedimiento húmedo. Suficientes experimentos no se han hecho todavía respecto al modo que convenga á los diferentes minerales de plata al beneficiarlos en panes; pero sí parece que la dificultad de descomposición crece con el aumento de azufre en el mineral y especialmente con el antimonio. Las combinaciones arsenicales son más fácilmente beneficiadas que las antimoniales. Las piritas de arsénico, fierro y cobre, no sufren la menor alteración por los reactivos. En los casos en los que tales piritas sean argentíferas ó prevalezcan las combinaciones antimoniales, el procedimiento de reverberación debe adoptarse.

Reactivos Usados en Diferentes Haciendas.

Primero.—Sulfato de cobre ó vitriolo azul. Se compone de: 31,72 de óxido de cobre; 32,14 de ácido sulfúrico y 36,14 de agua. Se disuelve fácilmente en el agua. En contacto, la solución con fierro, se precipita cobre metálico y en presencia de azogue se forma amalgama. El ácido sulfúrico se combina con óxido de fierro para formar sulfato de fierro. Si no hay sulfuros en el mineral que se beneficia, ó si en proporción se usa mucho vitriolo azul, la amalgama contiene casi todo el cobre

Digitized by Google

que ha precipitado el fierro; pero en contacto con sulfuro de plata, y bajo las ciscunstancias de alguna acción química galvánica, el cobre es expelido otra vez de la amalgama y entra probablemente en combinación con el azufre. Tan pronto como el vitriolo azul se introduce, puede observarse que una gran parte del fondo queda instantáneamente amalgamada. La superficie á la que el azogue adhiere, no es la del aparato mismo, sino al cobre precipitado por el fierro del pan. Este cobre amalgamado se remueve por la fricción de la mano del aparato y es sacado del mismo por el azogue; y todavía después de refogado en la capellina y fundida la plata, muestra algunas trazas de cobre, si la conveniente proporción entre el vitriolo azul y los sulfuros de plata se ha guardado.

En muchos casos la amalgama, después de refogada, aparece negruzca produciendo una buena cantidad de fierro de planchera en la fundición. Este fierro aparece duro y de color gris azulado; contiene plata en diferentes proporciones superiores al ocho por ciento, y á veces una considerable cantidad de cobre. La barra de plata es de todas maneras de una ley superior á novecientos setenta milésimos; y cuando es de color amarillo, contiene comunmente sulfuro de fierro.

El vitriolo azul debe emplearse siempre en solución. En este estado se mezcla pronto con la masa mineral y se mantiene en suspensión, teniendo más oportunidad de obrar inmediatamente.

Segundo.—Sulfato de fierro. Caparrosa ó vitriolo verde. Se compone de: 27,19 de protóxido de fierro; 31,02 de ácido sulfúrico y 41,79 de agua. Expuesto al

Digitized by Google

aire se cambia en polvo blanco. Esta sal se obtiene disolviendo fierro en ácido sulfúrico diluído.

Tercero.—Bisulfato de sosa. Se compone de 63 de ácido sulfúrico y 37 de sosa. Esta sal se obtiene en las fábricas de ácido nítrico en que se usa salitre de Chile. Su acción en el pan es debida al hecho de que prontamente abandona una porción de su ácido transformándose en sulfato de sosa.

Cuarto.—Alumbre. El alumbre potásico contiene: 33,76 de ácido sulfúrico; 10,82 de alúmina; 9,59 de potasa y 45,47 de agua. El alumbre sódico contiene: 34,94 de ácido sulfúrico.

Quinto.—Acido sulfúrico. Este reactivo parece obrar en parte descomponiendo directamente el sulfuro de plata. Inmediatamente de haberlo puesto en contacto con el mineral, se desprende hidrógeno sulfurado. La plata puede ser oxidada por el oxígeno del que en parte se desprendió el hidrógeno, convirtiéndose aquella en sulfato de plata, ó puede ser puesta en libertad al estado metálico. En ambos casos se amalgamará sin sal; pero ésta, bajo la acción del ácido sulfúrico produce ácido muriático. Esta reacción en todo caso puede limitarse. Una gran parte del ácido sulfúrico se invierte en disolver fierro produciendo sulfato de este metal y dejando desprender hidrógeno. En los panes hay siempre mucho fierro que proviene del gasto de las almadanetas al hacerse la molienda, del que se desprende de los zapatos y fondo del pan, y el muy poco que se desprende de las paredes del mismo pan por efecto del ácido sulfúrico.

Sexto.—Sal común, cloruro de sodio. La sal por sí

Digitized by Google

sola no obra sobre los sulfuros; debe ella ser antes descompuesta por otro agente para que el efecto de cloruración pueda verificarse. La sal amoniaco, el cloruro de cobre ó de fierro pueden reemplazar á la sal común para efectos de cloruración; pero como ántes se dijo, la sal con el ácido sulfúrico engendra ácido muriático el que á su vez obra sobre los sulfuros.

Séptimo.—Cloruro de cobre. Esta sal se compone de 52.5 de cloro y 47.4 de cobre. Se obtiene por disolución de cobre metálico en agua regia, poniendo en una cápsula esmaltada ó de porcelana ácido muriático y un poco de ácido nítrico; el cobre se pondrá tan dividido como sea posible y en cantidad suficiente para que la solución quede saturada; la cual toma en este caso un hermoso color verde esmeralda. El cloruro de cobre parece obrar más eficazmente que el vitriolo azul, usando este con sal común; la amalgama obtenida aparece á veces blanca y limpia crujiendo entre los dedos; y aunque semejante á amalgama pura, contiene todavía una gran cantidad de sulfuros. Después de refogada en la capellina aparece negruzca y rinde por la fundición una barra de plata pura; pero también fierros de planchera que á veces llegan al 15 por ciento de la piña (bullion), con ley de 8 por ciento de plata. Semejante resultado no se obtiene sino bajo circunstancias que todavía no están bien estudiadas. Cuando se experimenta en cortas cantidades, aproximadamente de 25 libras, y el cálculo se hace también de la plata de los fierros de planchera, la pérdida está comprendida entre 15 y 20 por ciento. De hecho, el uso del sulfato de cobre y sal produce el mismo efecto

Digitized by Google

que el del cloruro de cobre; porque la reacción del sulfato sobre la sal engendra el cloruro y más prontamente si se usa vapor en el tratamiento de los minerales.

Octavo.—Sub-cloruro de cobre. Se compone de 36 de cloro y 64 de cobre. Se obtiene haciendo hervir el cobre metálico con cloruro de cobre preparado como antes se ha descrito. Cambia su color de verde á moreno; pero cuando se le pone en agua toma un verde claro y da un precipitado de subcloruro de cobre.

Noveno.—Protocloruro de fierro. Se compone de 66 de cloro y 34 de fierro. Puede prepararse de distintos modos. Disolviendo pedazos de fierro en ácido muriático hasta saturación, calentando ligeramente. El fierro se saca, ó la solución se vacía en otra jícara de porcelana, añadiéndole tanto ácido muriático cuanto fué tomado al vaciar la solución, y se calienta de nuevo; entonces se le agrega un poco de ácido nítrico en cortas cantidades hasta que cese el hervor. Produce un efecto semejante al del cloruro de cobre.

Décimo.—Cloruro de fierro. Se obtiene hirviendo fierro metálico en agua regia ó ácido muriático. Obra favorablemente en los sulfuros de plata.

Cantidades de reactivos usados por tonelada de mineral en diversas haciendas de beneficio.

Al describir las cantidades de reactivos que se usan en el beneficio de los minerales de plata, debe observarse que aquellas deben ser proporcionales á las cantidades de sulfuros.

a	Cloruro de cobre.....	13	libras.
	Sal común.....	60	„

Digitized by Google

b	Cloruro de fierro.....	13	libras.
c	Sulfato de fierro.....	1	libra.
	Sulfato de cobre.....	8	libras.
	Sal común.....	80	„

a, *b*, *c*, están calculadas para minerales que contengan desde 250 hasta 500 onzas de plata en los sulfuros. Todos los reactivos, con excepción de la sal, se ponen en solución, y esta última se carga media hora antes que los demás reactivos.

d	Ácido sufúrico.....	3	libras.
	Sulfato de cobre.....	2	„
	Sal común.....	15	„
e	Ácido sulfúrico.....	2	libras.
	Alumbre.....	2	„
	Sulfato de cobre.....	1½	„
f	Sulfato de cobre.....	1,2	libras.
	Sulfato de fierro.....	1	libra.
	Sal amoniaco.....	0,8	„
	Sal común.....	2	libras.
g	Alumbre.....	1½	libras.
	Sulfato de cobre.....	1½	„
	Sal común.....	40	„
h	Acido muriático.....	30	onzas.
	Peróxido de manganeso.....	8	„
	Vitriolo azul.....	10	„
	Vitriolo verde.....	10	„
i	Sal común.....	15	libras.
	Acido nítrico, de 1 á.....	2	„
	Sulfato de fierro, de 1 á.....	2	„
k	Sal común.....	25	libras.
	Vitriolo azul.....	2	„
	Catecú.....	2	„

Estos y otros muchos récipes formalmente honrados con el título de procedimientos, no puede probarse que sean el resultado de la experiencia ó especulaciones científicas, especialmente en cuanto á las cantidades. Parece que es un límite más allá del cual la extracción de la plata no puede efectuarse, cualesquie-

Digitized by Google

ra que puedan ser en adelante las cantidades ó calidades de los reactivos ó el tiempo que se empleare, si el mineral no se ha reverberado. Unos reactivos obran mejor que otros; pero también hay minerales que son más adecuados unos que otros para ser amalgamados en panes y en crudo. Las fórmulas *a*, *b*, *c* y *d* parece que son las más satisfactorias.

Amalgamación en Panes.

Los panes tienen diferentes formas especialmente en las manos. El resultado de la operación depende considerablemente de lo apropiado de aquellas para efectuar más ó menos bien la fricción. Será suficiente describir la disposición de los panes comunes y la de los de Wheeler; estos últimos difieren de todos los otros si se exceptúa los de Varney y los últimos de Hepburn.

El tratamiento ó beneficio de minerales en panes de fierro es la más sencilla entre todas las operaciones metalúrgicas. Se pone la mano en movimiento, el pan se carga con alguna agua y á la vez se introduce el mineral pulverizado. Un pan de cuatro pies de diámetro se puede cargar con ciento cincuenta libras de mineral; á uno de cinco pies se le cargarán de doscientas cincuenta á trescientas libras; y por último á un pan de seis pies de cuatrocientos cincuenta á quinientas libras. A un pan de Wheeler de cuatro pies de diámetro se le puede cargar con setecientas cincuenta libras. La cantidad de agua se determina fácilmente, pues basta que la masa del mineral esté espesa. Si hay

Digitized by Google

mucha agua no sólo la fricción aumenta por el asiento de lo grueso sino que los reactivos se diluyen más y el azogue se asienta en una sola masa en el fondo. Si por otra parte, la masa de mineral está muy espesa, sus partículas no pueden cambiar de lugar con suficiente prontitud, la masa se pone pesada, y la amalgamación se dilata.

Cuando el pan está así cargado con el mineral, se introduce el azogue en cantidad de treinta y cinco, sesenta ú ochenta libras según las dimensiones antes mencionadas del pan. Si se usa sal se pone inmediatamente después del azogue, esperando para que se disuelva, media hora antes de poner los otros reactivos. El ácido súlfurico debe diluirse, próximamente, con cuatro partes de agua antes de introducirlo. La masa mineral, en cuanto sea posible, debe mantenerse en el mismo grado de espesura, y si se ha de calentar se procurará conservar la misma temperatura, sin permitir que hierva. La velocidad conveniente es de diez á quince revoluciones por minuto. Un movimiento más veloz no es perjudicial á la amalgamación sino cuando hay demasiada agua, ó que la mano no tiene una forma adecuada y lanza el mineral hacia el bordo. La temperatura que parece ser la más conveniente es la del calor casi del hervor por debajo; pero calor reposado y bastante fuerte para no permitir mantener el dedo por cierto tiempo al examinar la masa. Mucho calor es nocivo especialmente cuando se emplea sulfato ó cloruro de cobre, causando gran pérdida de azogue y también de amalgama, la cual tomando una apariencia de girón de trapo negruzco no se une

Digitized by Google

con facilidad con el resto y sobrenada en el azogue, dividiéndose en partículas menudas está expuesta á escapar al descargar los residuos (jalzontles). Esta amalgama negra, si se frota en un mortero de porcelana, da una cantidad de polvo negro consistente en sulfuros de plata y cobre, este último proviene del sulfato, probablemente por la acción de los sulfuros de plata.

El tratamiento del mineral en frío usando ácido sulfúrico y sal, produce, respecto á la cantidad de amalgama, un resultado poco diferente del descrito; pero después de refogada aquella en la capellina y fundida la plata, la amalgamación en caliente da en el valor de la barra un resultado superior, que llega á un cinco ó siete por ciento. El cloruro de cobre ó el fierro, producen la amalgamación en frío; pero hay minerales que requieren la caliente.

Después de tres ó cuatro horas de movimiento, en cuyo tiempo se perfecciona la molienda, se agrega agua; con esto la masa se diluye y el azogue se reune con la amalgama en el fondo; esta operación dura media hora próximamente. Por lo común hay tres agujeros para descargar en cada pan; el inferior sirve para descargar el azogue; está á nivel con el fondo y comunica con una canal que corre á la pieza central. Abierto el agujero superior, y bajo una corriente de agua los residuos (jalzontles) salen del pan; un cuarto de hora después, se destapa el agugero que sigue y la descarga de los residuos continúa por otro cuarto de hora. Después los dos agugeros se tapan y el pan se carga de nuevo y se beneficia como la vez anterior. El azogue

Digitized by Google

puede sacarse una ó dos veces por semana ó con más frecuencia según la riqueza del mineral.

Al descargar los residuos, alguna amalgama se va fuera, especialmente al fin de la operación cuando se lava lo grueso. Para prevenir la pérdida de esta amalgama, se emplean los agitadores. Consisten estos en cubas de dos á tres pies de diámetro, y de diez á doce pulgadas de profundidad, con una flecha vertical en el centro, á la cual están fijados cuatro brazos horizontales, y á estos á su vez se fijan verticalmente unas piezas semejantes á celosias. Es evidente que un agitador para varios panes como se usa comunmente no basta: es sólo una repetición del primer lavado y la amalgama se va fuera de nuevo. Los agitadores difieren mucho en construcción y tamaño; ninguno da un resultado satisfactorio. El más propio y salvador camino que se puede seguir al descargar los panes, cuando se dispone de una corriente de agua limpia, es el uso de uno ó dos agitadores generales, de seis á ocho pies de diámetro, en los que se descargan los residuos, dejando el azogue con parte del mineral en el pan. En este método la masa no se diluye sino sólo en caso de estar muy espesa, para lo cual se le pone agua antes de descargarla; pero en tal cantidad, que no se separe lo grueso de lo delgado. Del agitador, los residuos en corriente delgada ($\frac{3}{8}$ de pulgada de espesor) pasan á un pan de cinco pies de diámetro en el que á la vez entra otra otra corriente de (1 pulgada de diámetro) agua limpia, como se describirá adelante. Esta fuerte dilución bajo una corriente constante, permite que se haga una buena separación de la amalgama, la cual se une con el azo-

Digitized by Google

gue en el pan. Este pan hace mejor servicio cuando se dispone una descarga continua en el centro, semejante á la de los Panes de Knox, porque el movimiento de la mano (de quince á diez y ocho vueltas por minuto) engendra una corriente fuerte en la periferia.

Al terminar la descarga de los residuos, se deja siempre una buena cantidad de polvillo en el pan, para no perder tiempo; pero con la mira principal de evitar la pérdida de azogue y amalgama que al final de la operación se escapan en mayor cantidad.

Siempre que el azogue se pone espeso por la amalgama ó al terminarse la semana, se destapa el agujero inferior del pan, después que se han descargado los residuos por el modo acostumbrado. El azogue corre á un cubo llamado apuro; quedándose, sin embargo, alguno en el pan, el que debe sacarse con la cuchara. El azogue se lava con agua y un pedazo de jerga ó manta, y cuando está perfectamente limpio, se vacía en un fuerte filtro de lona llamado manga. El azogue filtrándose, deja la amalgama en la manga, la que generalmente debe exprimirse otra vez ya sea con la mano ó con prensa. La amalgama se pone en la capellina para destilar el azogue.

Los polvillos, sulfuros y partículas de amalgama de la última descarga y las limpiaduras del azogue (orruras) se ponen abajo en la próxima carga del pan. Si los sulfuros y fierro metálico del gasto de los zapatos, se han acumulado al grado de formar una gruesa capa de materia, que generalmente retiene una notable cantidad de amalgama, será mejor en tal caso beneficiar esto separadamente en un pan, con la adición de uno á dos por

Digitized by Google

ciento de ácido sulfúrico y salvar toda la plata contenida en los residuos, cuyos compuestos han resistido á la primera operación. Si los residuos se han acumulado en cantidad de varias toneladas, será más conveniente reverberarlos con cuatro á cinco por ciento de sal y beneficiarlos después en un pan sin reactivos.

Amalgamación en Panes de Wheeler.

La amalgamación en panes de Wheeler no difiere mucho de la de otros panes; pero la particularidad de la descarga de los residuos y del azogue de una vez en cada ocasión, hecho que está basado en la construcción y movimiento de la mano, requiere atención bajo varios conceptos, lo cual en parte influye en los buenos resultados de la amalgamación. Una pronta y apropiada fricción, á la velocidad de cincuenta á sesenta revoluciones por miuuto, depende de la calidad de los zapatos y dados. Zapatos suaves durarán, según la calidad del mineral, de treinta á cuarenta días, mientras que otros de fundición blanca, resistirán de diez á quince días más, produciendo á la vez mejor fricción. El único inconveniente de los zapatos y dados duros está en lo quebradizo del fierro. Por esta razón es necesario cambiarlos á tiempo, así que se han gastado en un espesor de tres cuartos de pulgada, dejando sin uso un cuarto. Si no se pone atención en esto, y los zapatos se adelgazan más, cualquiera materia extraña é inútil quiebra losdados y zapatos, y á la vez la horquilla (yoke), ó cualquiera otra pieza.

La ventaja de una viva y pronta fricción se hallará

Digitized by Google

indirectamente en salvar mucho mineral de plata, porque permite que la molienda sea gruesa. Es cosa sabida que siendo la molienda fina, especialmente si se hace en agua, más mineral de plata se convierte en lama, la que en gran parte sobrenada.[1] Moliendo en seco, la pérdida crece con lo fino de los cedazos.

Por las razones anteriores es de aconsejarse moler grueso para afinar la molienda con la fricción del pan. Usando panes comunes es preferible pulverizar el mineral tan fino como sea posible, con objeto de economizar tiempo, y el gasto de los zapatos del pan y especialmente el del fondo. Los panes de Wheeler, mejoran la molienda más aprisa y barato que las almadanetas de la batería y la ponen en cierto grueso conveniente.

Las guías de lámina deben mantenerse siempre ajustadas contra la mano, con objeto de impedir que el mineral y el azogue sigan el movimiento de aquella, y además forcen á la masa á ir al centro, y abajo de la mano. La construcción actual del aparato es tal, que la mano no puede seguir el gasto de los dados y zapatos, sino por media pulgada aproximadamente, por consecuencia, la fricción llega á ser imperfecta. En este caso, que puede acontecer una vez por semana, deben aflojarse la chaveta y tornillo que fijan la horquilla ó yocke á la flecha motora; y esta última debe levantarse media pulgada, poniendo atención en que la mano después que todo esté fijo, quede levantada sobre los dados, al menos un octavo de pulgada. Hecho todo esto, las guías se bajan por medio del tornillo de la punta de

1 Se observa, además, que la pérdida del azogue aumenta con lo fino de la molienda.

Digitized by Google

la flecha, hasta que vuelvan á cerrar de nuevo contra la mano. Si los zapatos son de fundición dura (blanca), el ajuste no se necesitará renovarlo con frecuencia. En todo caso necesita poco tiempo.

La consistencia de la masa debe ser espesa; pero no á tal grado que impida el movimiento libre en los lados y que entre las guías este sea perceptible. Si el movimiento se hace lento se agrega un poco de agua. Respecto á la amalgamación, un poco más ó menos de agua no es tan importante como para la separación de la amalgama en los agitadores.

El vapor se introduce tres ó cuatro pulgadas arriba de la mano, porque si se hace muy cercano al fondo requiere frecuentes limpias.

La temperatura debe mantenerse próxima á la ebullición. No es necesario que el aparato tenga cámara de vapor. El uso directo de este agente no se opone con la necesidad de mantener la masa en consistencia espesa, y proporciona gran economía de combustible. Si se tiene una caldera proporcionada, ocho panes de Wheeler consumen media cuerda de leña en veinticuatro horas.[1]

Respecto á los reactivos, después de varias semanas de trabajo en la hacienda de Col-Rymond, en Corson River, haciendo experiencias se ha probado: que el uso de aquellos, al tratar el Ophir, es de todo punto inútil. En varias semanas se hizo un estudio comparativo y se halló, que se obtiene mejor resultado sin añadir ningún reactivo absolutamente; por este motivo fué proscrito en la hacienda de Dyton. Es por otra parte un he-

1 Una cuerda es de 128 pies cúbicos.

Digitized by Google

cho, que beneficiando minerales de plata en panes comunes, el uso de los reactivos da siempre mejor resultado. No puede por esto suponerse que los reactivos estorben la amalgamación en los panes de Wheeler; pero la amalgama está en condiciones de ser más fácilmente cambiada en un polvo negro que flota; por esta razón perece que el azogue es protegido por los reactivos, porque siendo negruzco el polvo es ménos visible al escaparse.

La pérdida de azogue no se ha podido determinar con certeza todavía, porque sería necesario sacar los dados para limpiarles la amalgama, cosa que no es de aconsejarse. Es además bien sabido que el azogue con los reactivos se cambia en espuma en varios grados; pero en consideración al mejor producto que se obtiene abandonando aquellos, estos panes dan una pérdida de azogue insignificante. En todo caso, en el curso de la manipulación se recobra una gran parte de la espuma.

Está fuera de duda que el fierro, bajo favorables circunstancias, descompone el sulfuro de plata también como el mejor de los reactivos; pero en espectativa de una fricción deficiente, por malas disposiciones del aparato se deberán usar reactivos. Acontece á menudo que al limpiar el agitador, cuando no se han usado reactivos, se percibe un fuerte olor de hidrógeno sulfurado que proviene de la descomposición de los sulfuros. Lavando los residuos y separando con un fuerte imán todo el fierro que en ellos se encuentre, difícilmente pueden percibirse sulfuros azules. La dificultad en determinar la pérdida de plata se encuentra en parte en

Digitized by Google

el inconveniente de sacar los dados para hacer una limpia perfecta, como que es casi imposible volverlos á colocar en su lugar y á nivel como antes estaban; pero la dificultad se halla principalmente en poder sacar un ensaye, sobre todo si se ha molido en húmedo.

Los sulfuros y el oro se concentran siempre en las tinas (laberintos), donde la lama cae de la batería y á cada pulgada de distancia se encontrará diferente ley de plata. La tina siguiente da las mismas diferencias, habiendo además tal cantidad de lama, que no es fácil hacer una revoltura á propósito para obtener un término medio, si antes no se ha secado la masa.

El concepto de superioridad en que se tiene á los panes de Wheeler, á lo menos á la fecha, está fundado en el producto comparativo; y en la apariencia de los residuos (jalzontles), según cuyos resultados estos panes parecen producir 10 por ciento más que los panes comunes. Para hallar las pérdidas reales de plata y azogue sería necesrrio moler en seco cada carga bien revuelta, sacar una muestra de ensaye y el peso, y destinar un pan con su respectivo agitador para el objeto. Este plan no se ha podido realizar todavía.

Comparando la marcha de un pan común con uno de Wheeler, se notará que en el primero la masa se mueve entre las manos tan imperceptiblemente que parece una sola masa, mientras que en los de Wheeler el conjunto de grueso y delgado se desliza bajo la mano con gran velocidad.

Puesta en movimiento la mano, se pone agua en cantidad suficiente para que cubra sus bordes; entonces se cargan 750 libras de mineral húmedo ó 600 de seco; y

Digitized by Google

si se percibe que el movimiento de la masa no es bastante vivo, se añade más agua. La masa no debe cubrir las guías. Hecho todo esto, se ponen en cada pan 100 libras de azogue, comenzando desde entonces la fricción y la amalgamación, operaciones que se harán durar tres horas, en el concepto de que si duran más tiempo no se obtiene mejor resultado. A continuación se destapa el agujero más próximo al fondo y el total de la masa se hace salir y el pan se carga de nuevo inmediatamente. La operación de descargar y cargar dura cinco minutos. De las 100 libras de azogue que al principio se pusieron, sólo se sacan al descargar 50 ó 60, el resto se queda entre los dados; pero en lo sucesivo sólo se necesita poner en cada carga 50 libras. En el agitador permanecen con la amalgama algunos centenares de libras de azogue, y por este motivo debe tenerse á la mano una cantidad semejante á la depositada en el agitador, para que nunca falte azogue.

El agitador de Wheeler, de 8 pies de diámetro, produce un movimiento tan veloz en la periferia, que lavando la lama por el método usual con dilución en agua limpia, una gran cantidad de amalgama se escapa para fuera. Lo descargado por el agujero superior donde la lama fina flota en mucha agua no tiene amalgama; pero después que toda la masa se ha removido y se abrió el agujero inferior, la amalgama, que por el asiento que se ha formado en el fondo de los residuos gruesos no ha podido llegar hasta aquel, se escapa. La pérdida crece con la velocidad y también con lo grueso de la molienda. Si la velocidad se disminuye, el movimiento cerca del centro es demasiado lento.

Digitized by Google

Después de varios experimentos, he adoptado el siguiente método con el que se han vencido las dificultades principales: tres pulgadas encima del fondo se coloca un tubo de tres octavos de pulgada de diámetro, á través del cual los residuos se escapan en corriente suave y constante; así es que en el transcurso de tres horas, si tres panes se descargan en un agitador, los residuos están abajo del tubo de que se trata. El azogue y la amalgama han tenido tiempo suficiente para sumergirse por grados hasta el fondo, y las partículas que escapan por el tubo se recogen también.

No es necesaria el agua en el agitador, pero la masa debe mantenerse en la misma consistencia que tenía cuando se descargó del pan. La amalgama acumulalada, rodará al embudo del centro del fondo; encontrándose en ésta mayor ley de oro que en la más lejana, y la que ha escapado por el tubo de descarga, tiene sólo la mitad de la ley de oro. Sucede muchas veces, que se deposita en el pan de amalgamación una cantidad considerable de amalgama, ya sea en los lados ó sobre la mano. Cuando al descargar el pan se nota tal depósito, debe sacarse; porque de otro modo, se acumulará en cantidad de cincuenta ó más libras, comprimiendo la mano de un lado, y produciéndose un gasto desigual de los zapatos. A veces no se deposita amalgama en uno de los panes, mientrrs que en otro el depósito es de un centenar de libras; nada hay de fijo an esto; parece ser efecto de un estado eléctrico y variable del fierro.

Cuando se ha descargado el pan, el azogue corre por el fondo inclinado del agitador hacia el embudo del

Digitized by Google

centro, á reunirse con el que ya está allí depositado, escapando el excedente por un sifón del cual se recibe para volver al pan las cincuenta libras que este necesita en cada carga. La amalgama, acumulándose en el embudo, impide al fin el paso del azogue, y entonces debe procederse á limpiar el agitador. Con este objeto, cuando la última descarga se efectúa, se destapa el agujero inferior de media pulgada, y los residuos que quedan dentro, así que éstos han tomado el nivel del agujero de media pulgada, se sacan y reciben en una caja especial por el agujero próximo al embudo. Estos residuos pueden llevarse en el acto á otro agitador, ó en su defecto, ponerlos en el fondo de un pan de Wheeler.

El agitador debe entonces suspender su movimiento y recogerse la materia negruzca del fondo, que es muy rica en amalgama: el azogue se filtrará, y el embudo se llenará nuevamente con azogue, después que el sifón se haya limpiado también. Estas operaciones pueden ejecutarse en tres horas; así es que el agitador estará listo para las descargas subsecuentes de los panes. Los zapatos del agitador deben permanecer suspendidos sobre el fondo á un octavo de pulgada. con objeto de permitir el asiento de la amalgama y de los sulfuros.

Si el mineral contiene una cantidad considerable de sulfuros de tal naturaleza, que una parte de ellos no pueda producir su plata sin reverberarlos, el agitador sirve entonces á la vez de concentrador, atornillando la flecha en cuyos brazos están fijos los zapatos, de modo de levantar á éstos un octavo de pulgada por día. Toda la materia negruzca del agitador debe bene-

Digitized by Google

ficiarse en un pan común de cinco á seis pies, sin adición de azogue, y los polvillos salvados deben reverberarse.

Cada agitador debe estar acompañado de un pan de tres á cuatro pies de diámetro, para recibir los residuos que salen por el tubo de tres octavos de pulgada. El agujero de descarga de este pan, debe estar á tres pulgadas encima del fondo y siempre abierto; así es que los residuos sólo hacen un paso por el pan cuya mano hace doce ó quince revoluciones por minuto. La amalgama fina, y especialmente la espuma de azogue, podrán escaparse de este pan en gran parte, si no se diluyen; por este motivo es indispensable una corriente de agua limpia de tres cuartos á una pulgada de diámetro. En el fondo del pan se pondrán, para que se adhiera la amalgama, veinte ó treinta libras de azogue.

En algunas haciendas en las que se usan panes de Wheeler, las descargas se hacen usando sólo el agugero superior, reteniendo por este motivo la mayor parte del azogue. Este procedimiento evita la molestia de tener á la mano las cincuenta libras requeridas para cada carga; pero la amalgama, acumulándose en el azogue, está mucho más expuesta á la fricción, causando esto una espuma rica de azogue, de la que gran parte se pierde.

Los panes de Wheeler han sido últimamente mejorados por M. Hepburn. La mejora parece ser de importancia: sin tener un gran diámetro el fondo cónico, ofrece gran superficie de fricción. La disposición del conjunto se ha simplificado. Como consecuencia del fondo inclinado, no se necesitan guías de lámina. Un pan

Digitized by Google

de estos se carga con mil libras; así es que cuatro toneladas de mineral pueden beneficiarse en veinticuatro horas por un pan; el que requiere próximamente un poder de dos y medio caballos de vapor. Respecto á la amalgamación, parece probable que se obtendrán los mismos resultados que con los de Wheeler. Todo lo que se ha dicho con relación á la manipulación de los últimos, puede aplicarse á los panes de Hepburn.

Procedimiento de Reverberación.

La reverberación de los minerales argentíferos con objeto de convertir toda su plata en cloruro, no importando en qué condición ó estado metálico se encuentre, ya sea en el de sulfuro, arseniuro ó plata antimonial, y con el fin de hacer fácil la descomposición y subsecuente amalgamación, se ha adoptado en varias é importantes haciendas en el Territorio de Nevada. Habrá ciertas especies de minerales argentíferos, que en circunstancias muy especiales puedan beneficiarse con ventaja en crudo, aun cuando se haya de sufrir una pérdida considerable de plata. No obstante, la gran importancia de la reverberación no puede negarse, siendo en muchos casos el único y seguro camino para beneficiar combinaciones argentíferas que rehusen rendir su plata por sólo la amalgamación, y no hay minerales qne no puedan beneficiarse con éxito, por medio de la amalgamación. Para los minerales llamados rebeldes, en los beneficios de patio ó panes, se debe acudir á la reverberación, ó si no, excluir tales minerales de la manipulación.

Digitized by Google

En atención á la importancia de la reverberación, [la cual con el transcurso del tiempo será más apreciada] es necesario dar una descripción completa del procedimiento: por otra parte, es imposible llegar á ejecutar una buena reverberación, según lo exija tal calidad de mineral, ó para alcanzar determinado fin, si no son conocidas las reacciones químicas que pueden verificarse en el curso de la operación; por tanto, es indispensable conocer la teoría del procedimiento, de cuyos más importantes detalles va á tratarse en seguida.

Tres agentes hay en actividad en la reverberación: el oxígeno del aire, el hidrógeno del vapor de agua ó el del aire y combustible, y el cloro de la sal común. (Por reverberación debe entenderse reverberación clorurante).

La descomposición de la sal por sólo el calor es muy imperfecta; el azufre es otro agente muy importante cuya presencia es indispensable. La citada descomposición se efectúa por los vapores de ácido sulfúrico y por los sulfatos, en los que se han convertido los sulfuros del mineral por el oxígeno del aire. Si por acaso la plata estuviese combinada con antimonio ó arsénico, y á la vez el azufre fuere escaso, la cloruración será muy imperfecta, y se hará necesario agregar dos ó tres por ciento de vitriolo verde calcinado (sulfato de fierro).

El primer objeto de la reverberación debe ser producir sulfatos. Las piritas de fierro y otros sulfuros calcinados al rojo, y bajo la acción del oxígeno del aire, se cambian en sulfatos por la conversión del azufre en

Digitized by Google

ácido sulfúrico; este ácido no se une con el metal de los sulfuros sino cuando se han descompuesto estos, transformándose en óxidos. Una parte del ácido sulfúrico se descompone transmitiendo su oxígeno al metal y desprendiéndose ácido sulfuroso bajo la forma de humo, mientras que el metal ya oxidado se combina con el resto de ácido sulfúrico formando sulfato.

Durante esta operación, la que se ejecuta á baja temperatura, la sal es casi indiferente, así es que es inútil cargarla al mismo tiempo que el mineral, ó dos horas después.

Tan pronto como los sulfatos se han formado y no se percibe olor de ácido sulfuroso, debe aumentarse la temperatura; la descomposición de la sal comienza, verificándose de dos diferentes maneras.

Primera: El sulfato de fierro principalmente, y otros sulfatos, emiten ácido sulfúrico en vapor, el que en contacto con la sal forma sulfato de sosa poniendo en libertad al cloro gaseoso, una parte del ácido sulfúrico cede parte de su oxígeno al sodium el cual oxidándose forma la sosa que se combina con el excedente de ácido sulfúrico, formando sulfato, mientras que el cloro que se desprende se combina formando cloruros con los metales libres y á la vez descompone á los sulfuros, formando con su azufre, cloruro de azufre volátil y cloruro del metal que ha desulfurado.

Segunda: Esta manera de descomposición de la sal difiere en el resultado, no emitiendo cloro gaseoso sino formando cloruros en el acto de la descomposición. El sulfato en contacto con la sal, entra en un cambio de componentes; el ácido sulfúrico se combina con la sosa

Digitized by Google

de la sal formando el correspondiente sulfato; y el cloro forma á su vez cloruro con el metal del sulfato primitivo, cediendo su oxígeno el óxido metálico al sodium. La cloruración de los metales se verifica, consiguientemente, por la acción directa del cloro gaseoso, sobre los metales y sulfuros y por el contacto de la sal con los sulfatos.

Durante las reacciones descritas, además del cloro gaseoso, se engendra ácido clorhídrico ó muriático por la acción del agua absorbida á la sal por el ácido sulfúrico, la cual con su oxígeno oxida al sodium, mientras que su hidrógeno se une al cloro formando ácido clorhídrico gaseoso. El ácido muriático también se forma por el contacto del cloro gaseoso con los compuestos hidrogenados, por ejemplo los carburos de hidrógeno; por la afinidad del cloro y del hidrógeno sepáranse los elementos de aquellos. Se produce el ácido clorhídrico también por el contacto del vapor de agua con los cloruros volátiles, tales como los de antimonio, zinc, plomo y cobre; reduciéndolos á óxidos, sólo á la plata la reduce al estado metálico, la que en contacto con el ácido muriático y el cloro gaseoso vuelve á transformarse en cloruro.

Las circunstancias bajo las cuales se forma el ácido muriático son varias; pero siempre cuando entra vapor de agua en la masa porosa del mineral.

Acción del Cloro Gaseoso.

Se ha dicho ya que el cloro gaseoso obra directamente sobre los sulfuros; bajo su influencia se verifican los cambios siguientes:

Digitized by Google

a. El fierro (con azufre ó arsénico) se cambia en protocloruro de fierro (F e. C l), pero expuesto al aire, en sesquicloruro ($F e^2 C l^3$), este cloruro es volátil y se sublima; si durante este fenómeno se pone en contacto con los productos de la combustión, vapor de agua ó aire caliente que lo contenga, se verifican reacciones que dan por resultado óxido de fierro y ácido clorhídrico gaseoso.

b. Manganeso (combinado con azufre) se cambia en protocloruro de manganeso (M n C l), no es volátil, el vapor de agua lo descompone en sesquióxido y ácido muriático gaseoso.

c. Zinc (combinado con azufre) se cambia en protocloruro de zinc (Z n C l), se funde antes del calor rojo y á esta temperatura es volátil. En contacto con el vapor de agua se forma oxido de zinc y ácido clorhídrico.

d. Plomo (en combinación con azufre) se transforma con lentitud en cloruro de plomo (P b C l), se funde fácimente, y en contacto con aire calentado al rojo, se evapora en parte, mientras otra parte desprende cloro cambiándose en un compuesto de óxido y de cloruro, el cual no es volátil.

e. Cobre (combinado con azufre) se cambia en parte en subcloruro de cobre ($C u^2 C l$) y también en protocloruro (C u C l), según la acción mayor ó menor del cloro y la baja ó alta temperatura. Ambos compuestos se volatilizan. Cuando calentados al rojo, el protocloruro se cambia en subcloruro, poniendo en libertad la mitad de su cloro por el cual los sulfuros se descomponen. Bajo la acción del vapor de agua, hay una mutua descomposición, formándose ácido clorhídrico ga-

Digitized by Google

seoso y óxido ó subóxido de cobre; este último se convierte en óxido por el contacto del aire.

f. Plata (nativa y en combinaciones con azufre) se cambia lentamente en cloruro de plata (A g. C l.) Es volátil sólo á alta temperatura.

g. Oro (libre ó combinado con arseniuros, antimoniuros ó teluro) se cambia cuando está finamente pulverizado y á baja temperatura en tercloruro de oro ($A u C l^3$), deja desprender dos partes de su cloro abajo del calor rojo, formando cloruro (A u C l), el calor rojo lo lleva al estado metálico.

h. Arsénico (con otros metales y azufre) es transformado en tercloruro de arsénico ($A s C l^3$).

i. Antimonio (con otros metales y azufre) se cambia en tercloruro de antimonio ($S b C l^3$). Es muy semejante al tercloruro de arsénico, muy volátil.

Acción del Ácido Clorhídrico.

El ácido clorhídrico se une á alta temperatura con la plata, formando cloruro de plata. El hidrógeno queda en libertad. Con los sulfuros se porta de una manera semejante descomponiéndolos, formando clururos y el hidrógeno se combina con el azufre. Otro tanto sucede con los arseniuros.

Acción de la Sal Común.

Cuando la reverberación está bastante avanzada para que ya se encuentren considerables cantidades de cloruros que son en parte volátiles, la parte de la sal

Digitized by Google

no descompuesta se volatiza también; su vapor uniendo su acción á la de los cloruros volátiles, descompone tanto á los sulfuros y arseniuros como á los sulfatos, arseniatos y antimoniatos ú óxidos que se hallen libres. Los cloruros que están dispuestos á ceder su cloro á metales combinados con azufre ó arsénico por tener más afinidad con el cloro que ellos, son, además de la sal: el protocloruro de fierro, protocloruro de cobre y los cloruros de zinc, plomo y cobalto.

a. Plata metálica en contacto con la sal, se cambia en parte en cloruro; probablemente la plata descompone á la sal en la misma proporción que el sodium toma ácido carbónico de los productos de la combustión.

b. Sulfuros en contacto con la sal se descomponen directamente. El ácido sulfuroso en contacto con el aire engendra ácido sulfúrico, el cual obra sobre el sodium poniendo en libertad el cloro, por el cual son descompuestos los sulfuros existentes y transformados en cloruros.

c. Arseniuros, no cambian por la sal. Los óxidos desprenden ácido arsenioso y son convertidos en arseniatos. Sólo hay una ligera descomposición de la sal. La presencia de sulfatos produce cloro ó ácido clorhídrico, los que efectúan la cloruración.

d. Oxidos de metales. Con excepción del óxido de plata son cambiados muy poco ó casi nada por la sal. El óxido de plata desprende oxígeno y se cambia fácilmente en cloruro. Los óxidos de cobre y plomo se cambian en cloruros en muy cortas cantidades.

e. Sulfatos. Los sulfatos descomponen la sal por

Digitized by Google

mutuo cambio de componentes. El sulfato de plomo se transforma en cloruro, el cual evaporándose en contacto del aire deja desprender una parte de su cloro transformándose en oxicloruro. El sulfato de cobre se cambia en cloruro, el cual es volátil y deja desprender clòro, reduciéndose á subcloruro que es menos volátil.

Los minerales destinados para la reverberación deben examinarse no sólo respecto á la cantidad y calidad de los sulfuros, sino respecto á la naturaleza de las matrices que los acompañan; no es indiferente que contengan carbonato de cal ó cuarzo. Si hay gran cantidad de cal, esta absorbe una buena parte del ácido sulfúrico formando sulfato de cal, el cual pasa por todas las operaciones sin descomponerse. Bajo este concepto se requiere mayor cantidad de sulfuros para cambiar en sulfato toda la cal. El talco produce un efecto semejante á la cal. La siliza ó cuarzo si es abundante y en presencia de vapor de agua, descompone parte de la sal al calor rojo formando silicato de sosa y ácido clorhídrico, de cuya importancia ya se habló. El efecto que producen en la reverberación la cal ó el talco, demuestra que siempre que sea posible deben mezclarse los minerales que contengan aquellos con los que sean silizosos.

La cantidad de sulfuros en el mineral es importante llegue á ser la necesaria para bastar á la descomposición de la cantidad de sal que se juzgue necesaria.

En Freiberg, es regla sujetar á la reverberación sólo al mineral que contiene suficiente sulfuro para produ-

Digitized by Google

cir 25 ó 30 por ciento de fierro de planchera ó mata[1] (sulfuro de fierro), en ensaye especial. Si se obtiene menos mata, se mezcla con mineral de cobre ó en su defecto con piritas para obtener la cantidad de sulfuros necesaria. En Comstock, hay pepenas consistentes en cuarzo descompuesto y sulfuros de plata con piritas en proporción que sólo dan 8 por ciento de mata, y sin embargo, la cloruración se hace satisfactoriamente, lo cual debe atribuirse á ser de puro cuarzo la matriz.

Si el mineral contiene sulfuros en abundancia, la reverberación deberá hacerse sin sal por dos horas, hasta que una gran parte del azufre se haya volatilizado; si nó se formarán bolas ó tolondrones, obteniéndose una reverberación imperfecta.

La cantidad de sulfuros tiene grande influencia en el resultado de la reverberación; mineral semejante al de Ophir, ó de las minas mexicanas, conteniendo plata sulfúrea dúctil, y quebradiza: polibasita, plata nativa con oro, algún fierro y poco cobre piritoso, dará un buen resultado en la reverberación, aun cuando se ponga menos atención en el tiempo y menor diligencia en la remoción de la masa, que si por ejemplo se trata de los metales llamados bajos, los que abundan en piritas de cobre, blenda, sulfuro de plomo, etc.; la presencia de los metales bajos produce grande pérdida de plata. El cloruro de plata no es volátil sino á alta temperatura; pero si se halla mezclado con cloruros de metales bajos, también él se volatiliza. El crecimiento de temperatura aumenta la volatilización, pero descompone los cloru-

1 A la mezcla de sulfuros que se deposita sobre el plomo en la planchera, se le llama en el país fierro de planchera, crudio ó mata.

Digitized by Google

ros bajos. Manteniendo una temperatura baja la pérdida de plata es menor si la blenda no es argentífera; esta última requiere alta temperatura para descomponerse. Reverberando á baja temperatura, los cloruros de los metales bajos permanecen en el mineral, y causan mayor pérdida de azogue en la amalgamación, y á su vez se requiere mayor cantidad de fierro metálico en los toneles; además, la piña (bullion) contiene una gran cantidad de metales bajos. Tratando tales métales en el horno de reverberación, la aplicación del vapor de agua es ventajosa, engendrándose ácido clorhídrico con la descomposición de los cloruros, volviéndose á la vez un agente de descomposición de los sulfuros. El hidrógeno del vapor de agua descompone también al cloruro de plata; pero á causa de la afinidad por el cloro de este metal, al ácido clorhídrico lo engendra nuevamente. La plata será clorurada y reducida varias veces, mientras que los metales bajos, una vez transformados en óxidos, permanecen indiferentes en la operación subsecuente de la amalgamación.

Reverberación de los Minerales de Plata *para su Amalgamación en Panes.*

La reverberación del mineral con objeto de amalgamarlo en panes de fierro, difiere de la misma operación cuando se han de emplear toneles, en que no es necesario llevar hasta la perfecta cloruración toda la plata del mineral. Los conglomerados ó tolondrones que se forman durante la reverberación no son perjudiciales y la extracción previa del oro no es necesaria.

Digitized by Google

Los sulfatos que se hallen en los tolondrones sin haberse transformado en cloruros por lo insuficiente de la rèverberación, se descomponen en parte en el pan por el fierro; pero la parte mayor se convierte en cloruros, por la sal, la que se halla, sin descomponerse, en pequeñas cantidades en el mineral después de la reverberación. Esta sal, disolviéndose en el pan, cambia á los sulfatos solubles en cloruros; éstos á su vez, son descompuestos por el fierro y amalgamados. El azogue, si se encuentra en el pan, toma también participio en la descomposición, convirtiéndose en proto-cloruro de mercurio ó calomel; el que difiere del bicloruro ó solimán en no ser descomponible por el fierro, produciendo pérdida de azogue.

El sulfato de plata, soluble en agua caliente, será llevado por el fierro al estado metálico y amalgamado por el azogue: parecerá por esto, que reverberando sin sal con objeto de producir sulfato de plata, el que siendo fácilmente beneficiado en el pan, daría como último resultado la economía de la sal. No es, sin embargo fácil, transformar toda la plata en sulfato, porque los sulfatos de fierro y cobre se producen antes de que el sulfuro de plata pueda convertirse en sulfato, y si no hay suficiente ácido sulfúrico emitido por otros sulfatos, una gran cantidad de sulfuro será descompuesto en ácido sulfuroso y plata metálica, cuya presencia en el horno debe evitarse. Si hay arsénico y antimonio, se formarán arseniato y antimoniato de plata, los cuales se escapan de la amalgamación á lo menos en parte, si no hay suficientes sulfuros de fierro para transformarlos en sulfatos. Por otra parte, si el calor se mantiene

Digitized by Google

muy elevado, el sulfato de plata se reduce al estado metálico, lo que, como se ha dicho, debe evitarse; porque mientras que el sulfato no es volátil, la plata metálica, al oxidarse lo es mucho y va á depositarse en los lugares fríos donde emite oxígeno, produciéndose gran pérdida en definitiva.

La reverberación clururante requiere menos atención, y da mejor resultado. Los sulfuros no descompuestos en la reverberación, se reducirán en el pan por el predominio de los cloruros y sulfatos: estos últimos solos producen una descomposición muy imperfecta de los sulfuros en el pan.

El horno de Mr. Sutro para este propósito, es de doce por tres pies, proporcionando próximamente ciento cincuenta pies cuadrados de superficie caliente. Se carga con dos mil libras de mineral, con dos por ciento de sal; pero cuando polvillos ó residuos de pan se reverberan, si al beneficiarlos la primera vez se emplearon reactivos, no es necesario poner sal. Dos hombres se emplean á la vez en cada horno por doce horas, removiendo el mineral constantemente y manteniendo el calor por cuatro horas, en una baja temperatura de rojo obscuro. Cuando se considera que el mineral está bien reverberado, se saca; si contiene muchos tolondrones, es necesario pulverizarlo y cernerlo, principalmente si la disposición del pan es imperfecta. Cuando se usen los panes de Wheeler ó de Hepburn, no es necesario pulverizar la masa reverberada, y al beneficiar sus polvillos, no se forman tolondrones; pero se sufren las consecnencia de una lama fina. Reverberando polvo seco de mineral ó polvillos de pan secos y bien pulveriza-

Digitized by Google

dos, los tolondrones se forman en corta cantidad. El mineral reverberado se beneficia en el pan, por el método usual como si estuviera crudo. Si en el mineral hay notable cantidad de metales bajos, se encontrarán éstos en la amalgama; pero lo singular es encontrar amalgama de fierro, la cual se obtiene en cierta cantidad, siempre que se benefician polvillos de pan. Al hacer la fundición de la plata, sobrenadan coágulos que es necesario separar y fundir otra vez con más fundentes. Acontece á veces que toda la amalgama, después de refogada en la capellina, aparece negra, esponjosa y muy ligera, conteniendo de cuarenta á cincuenta por ciento de fierro; en este caso el resultado, respecto á la plata es malo. Esta amalgama ferrosa y negruzca, sólo resulta de beneficiar polvillos viejos de panes, y debe ser beneficiada de nuevo como si fuera mineral, en un pan con azogue y ácido sulfúrico. El fierro de la amalgama proviene principalmente del gasto de los dados y zapatos, está necesariamente en el estado metálico; pero después de seis horas de permanencia en el horno, la mayor parte se convierte en óxido. Algún cloruro de fierrro ú otras combinaciones pueden aún encontrarse en una proporción limitada. Por estos motivos, es difícil explicar por qué razón y bajo qué condiciones, el fierro se amalgama; así como experimentando en minerales que contengan fierro metálico de las almudanetas, si se benefician en el pan con la adición de sulfato ó de alguno de los cloruros de fierro, siempre producen amalgama de fierro. En el momento de la amalgamación, el fierro se encuentra en estado metálico, y también después del refogue en la capelli-

Digitized by Google

na; pero cuando se destapa ésta, y penetra al aire, la amalgama se enciende de nuevo y continúa así por veinticuatro horas, en cuyo tiempo la mayor parte del fierro se oxidará, pudiendo todavía ser atraído por el imán. Es por otra parte probable, que por una reverberación adecuada de una carga razonable este hecho singular puede evitarse.

Es cosa bien sabida, que sólo aquellos minerales ó polvillos que contienen suficiente cantidad de sulfuros, especialmente de fierro, pueden someterse á la reverberación. Si la cantidad es insuficiente, deberá agregarse uno por ciento de vitriolo verde (sulfato de fierro) calcinado, ó el mineral se concentrará recogiendo los polvillos por el método usual. El mineral concentrado después de reverberado, puede amalgamarse revuelto con polvillos crudos, para los que el primero servirá de reactivo.

Es de aconsejarse el no usar menos del cuatro por ciento de sal, y no cargar más que mil libras á la vez, excepto cuando se use un horno mecánico. La temperatura debe mantenerse al calor rojo obscuro por lo menos dos horas, y una hora al calor rojo y claro, en cuyo tiempo la reverberación de las mil libras de mineral puede generalmente considerarse completa. Usando mineral seco, la formación de tolondrones es moderada, y no requiere moler y cerner, especialmente si se usan panes de Wheeler. Se han hecho diferentes experimentos en panes con mineral reverberado, obteniendo siempre los mejores resultados y amalgama limpia, excepto en una vez, en que exprofeso se aplicó una temperatura muy baja; en tal ocasión, el amalga-

Digitized by Google

ma aparentemente pura, se puso negra después de refogada, conteniendo gran cantidad de fierro.

Cuando el mineral contiene una cantidad considerable de cobre y otros metales bajos, la reverberación debe conducirse más cuidadosamente. El resultado de esta manipulación es, metal más ó menos impuro entre seiscientos ó setecientos milésimos de ley, si la reverberación ha sido apropiada, y el mineral no está sobrecargado de metales bajos.

Reverberación de Minerales de Plata,

en los que abunda el antimonio, y que deben amalgamarse en panes.

Minerales que contengan en abundancia antimonio, semejantes á los de Sheba, los cuales son ricos en plata, no pueden beneficiarse en el pan sin el auxilio de la reverberación. Se componen de sulfuros de zinc, sulfuro y carbonato de plomo. El último es negruzco algo opaco y á veces rico en plata.

Pepenado el mineral, el sulfuro de plomo deberá separarse tanto como sea posible. Algo de la matriz deberá quedarse con los sulfuros. Cuarzo ú otras materias terrosas, provenientes de las hornadas anteriores, deberán pasarse en la reverberación.

El horno, una vez caliente, se cargará con seis ó setecientas libras de mineral, y mientras la masa se mantiene á una baja temperatura, que no llegue á estar en un calor encendido, se cuidará de removerlo cuidadosamente. Los sulfuros de plomo y antimonio se fun-

Digitized by Google

den á la temperatura de rojo obscuro, y si tal acontece, la reverberación será muy imperfecta y el resultado, una pérdida considerable: mucho cuidado debe tenerse en mantener la temperatura baja, especialmente cuando el mineral es rico en sulfuro de antimonio. La oxidación de éste comienza pronto, humos blancos de ácido antimonioso se desprenden, aumentando gradualmente, produciendo un fuerte olor de ácido sulfuroso, mientras que por la constante remoción se expone nueva superficie del mineral al aire oxidante.

Tan pronto como se perciba que los humos y la formación de ácido sulfuroso decrece, la temperatura se aumentará gradualmente; así es que al cabo de dos horas después de cargar, el mineral está caliente al rojo. Sulfatos de plomo y zinc, y algún sulfato de plata, se formarán con el calor creciente; también se producirá antimoniato de plata, del cual sólo una corta cantidad puede cambiarse en sulfato, bajo la influencia de una limitada cantidad de ácido sulfúrico gaseoso. Este ácido, en parte, se desprende de los sulfatos de plomo y zinc, bajo la influencia del aumento del calor, el que al fin de tres ó tres y media horas estará cerca del rojo claro; entonces se tomarán muestras en el horno, y por el olor, se determinará si ya no se desprende ácido sulfuroso, ó si lo hay en corta cantidad, laoperación se da por terminada.

En el curso de la operación, una gran cantidad de antimonio se volatiliza al estado de ácido antimonioso y también algo de los óxidos de plomo y zinc.

Una parte del ácido antimonioso se combina con el ácido antimónico, el cual no es volátil; para despren-

Digitized by Google

derlo también como al del antimoniato de plata la reverberación debe cambiarse en cloruración. Con este objeto cinco por ciento de sal, en polvo fino, se introduce y dispersa, también como sea posible, sobre toda la superficie de la masa mineral.

Tan pronto como el mineral y la sal se mezclan por efecto de la remoción, humos blancos se levantan nuevamente, consistiendo principalmente en cloruro de antimonio, el cual es muy volátil; á la vez algún cloruro de plomo y zinc se volatiliza.

El sulfato de plata se cambia en cloruro; una parte por la descomposición de la sal, y otra parte por el cloro gaseoso. La formación de ácido clorhídrico, es en esta vez muy importante para mejor efectuar la descomposición del antimoniato de plata. Con aquel fin, se deberá introducir en el horno algún vapor de agua bajo la presión de tres á cuatro libras. El mineral aumenta de volumen en gran proporción, tomando el aspecto de lana y cambiando su color, por el verde ó amarillo claro. Después de agregar la sal, la temperatura deberá aumentarse un poco, al rojo claro, y pasada una hora de la reverberación clorurante, la operación se da por terminada, y el mineral se descarga.

Es cosa bien sabida, que alguna plata se pierde al volatilizarse los cloruros de plomo, zinc y antimonio. La amalgamación de esta especie de mineral, producirá un metal conteniendo una considerable cantidad de plomo, en relación con la que hubiere en el mineral.

Mr. Sutro ha usado un método muy sencillo para separar la amalgama de plomo de la de plata. Es sabido que la amalgama de plata obtenida en los panes

Digitized by Google

de amalgamación, está formada de cristales pequeños irregulares, los que se hallan suspendidos en el azogue; la amalgama de plomo al contrario se halla disuelta en el azogue caliente. Si en este estado se filtra la masa, dentro del filtro quedará la amalgama de plata; y si la parte que pasó al través del filtro se deja enfriar y de nuevo se filtra, esta segunda filtración separará á la amalgama de plomo, la que contiene de tres á cuatro por ciento de plata y azogue puro. Cuando se usen panes de Wheeler, cuya amalgama es tan fina, no es de esperar buen resultado con el método descrito; y por otra parte, el manejo del azogue caliente es peligroso. Más seguro y perfecto sistema de separar la plata del plomo es la refinación.

Pérdida de plata al reverberar las diferentes especies minerales.

Reverberando el mineral por el método de oxidación sin sal, el tanto por ciento de pérdida de plata será elevado; cuando haya una gran cantidad de plata metálica en el mineral, cuando se produzca durante la operación ó cuando la masa mineral tenga tal soltura ó flojedad, que el aire pueda penetrarla fácilmente. La pérdida aumenta también cuando la ley decrece ó cuando por alguna razón la temperatura deba mantenerse alta. El sulfato de plata en contacto con los óxidos de otros metales, sufre mayor perdida que los arseniatos y antimoniatos de plata; porque el sulfato es más fácilmente descomponible por los óxidos á una temperatura elevada y reducido al estado metálico. Reverberando

Digitized by Google

mineral sin sal, la plata se pierde no sólo mecánicamente por ser arrastrada por el tiro, sino pricipalmente porque oxidándose, es muy volátil y no combinándose con el antimonio, se deposita en estado metálico al enfriarse, porque á la vez pierde su afinidad por el oxígeno.

En Mansfeld, cuando se practicaba el método de Ziervogel, extrayendo la plata de los mattes de cobre, la pérdida del primer metal, según las relaciones recientes del Doctor Heinbeck era de siete y seis centésimos por ciento al reverberar, y de uno veinte centésimos al extraer la plata, haciendo un total de ocho veintiseis por ciento. Este resultado se consideraba muy lisongero. Tomando en cuenta la materia recogida en polvo en las cámaras de condensación, la pérdida disminuye algo.

En la reverberación clorurante, cuando la operación se ha llevado bien, y si no hay metales bajos en el mineral, la pérdida en plata es menor que cuando sólo se hace una oxidación. Sin embargo, las circunstancias que determinan la pérdida, son diferentes y numerosas; pero generalmente hablando, la pérdida por reverberación es de un cinco á un quince por ciento. Pérdidas próximas al quince ó inferiores al cinco por ciento son excepcionales.

Los minerales bajos del Ophir septentrional (supuesto) de la veta de Comstock, conteniendo plomo, zinc, fierro, cobre y antimonio, los cuales se han beneficiado por tonel, mezclándolos con cincuenta por ciento de mineral puro (este último ahora se beneficia solo) después de haberlos cuidadosamente reverberado, sufrían

Digitized by Google

una pérdida de cinco á ocho por ciento de plata. Las relaciones de las pérdidas actuales en donde se ha continuado usando la reverberación, acusan una pérdida tan baja que concediendo uno ó dos por ciento para la amalgamación, es temerario no conceder nada para la pérdida en la reverberación. Esto depende á no dudarlo, de un equívoco ó de la manera inconveniente de sacar el ensaye.

Amalgamación en Toneles de minerales reverberados.

Este sistema es perfectamente conocido en la República, y por tal razón se omite su descripción.

Amalgamación en Cubas con vapor, del Dr. Veatch.

El principio fundamental de este procedimiento, que se practica en "The Central Works (Virginia City)," es con respecto á las reacciones químicas, el mismo que el del procedimiento de amalgamación en toneles. Los cloruros y sulfatos son descompuestos por trozos de fierro ó cobre. La diferencia principal está en que mientras en los toneles se descarga el azogue al final de cada operación, con objeto de impedir el consumo de aquel, en las cubas con vapor permanece el azogue en varias cargas según es de rico el mineral que se beneficia. El azogue, por tal motivo, toma un participio activo en la descomposición de los cloruros, formándose calomel. En esta combinación hay siempre consumo de azogue. El vapor no obra como reactivo; únicamente obra elevando la temperatura. Repecto á la

Digitized by Google

parte mecánica de la amalgamación, las cubas difieren completamente de los toneles. Son cubas de madera, de cuatro pies de profundidad aproximadamente, y otro tanto de diámetro. El fondo es de fierro colado, con tres aberturas circulares, las que reciben unas planchas perforadas, también de fierro colado, semejantes á coladeras, bajo las cuales hay una cámara de vapor. Los agujeros son muy finos y separados uno de otro cerca de dos pulgadas. En el centro de la cuba hay una flecha vertical, asegurada por una chumacera colocada fuera de la cuba. Tres brazos horizontales se insertan á la flecha, y en cada uno se colocan tres planchas de fierro ó cobre, de manera que al girar los brazos trazan las planchas circunferencias concéntricas. Cubre la cuba una tapa que tiene una abertura en conexion con una chimenea por la cual el vapor y algún azogue se dirigen á un tanque enfriador.

El vapor, al escapar por las planchas perforadas, atraviesa la masa mineral y lanza al azogue en globulitos de varios tamaños en todas direcciones, consiguiéndose un perfecto contacto entre el azogue y el mineral.

Las planchas, que en número de nueve están suspendidas en los brazos, son, como se dijo, de fierro: ó de cobre, si el mineral es muy cuprífero, para evitar que la pella salga cargada de cobre. Con su movimiento circular estas planchas van cortando la masa con uno de sus cantos ó filos, encontrando por esta razón muy poca resistencia en ella, y á la que ayudan á moverse.

La descomposición de los cloruros progresa con ra-

Digitized by Google

pidez, debido al calor y al efecto de las planchas, que exponen cerca de tres mil seiscientas pulgadas cuadradas de superficie, al contacto de seiscientas ú ochocientas libras de la masa mineral. Bajo tales circunstancias, la amalgamación puede efectuarse en cinco horas; pero el resultado depende, en todo caso, de lo bien ejecutada que haya sido la reverberación. Respecto al oro que pueda haber en el mineral de plata que se beneficia, esta amalgamación da resultados semejantes á la de toneles. El oro requiere fricción: la plata reacciones químicas. En cuanto á la pérdida de azogue, no puede precisarse; pero debe ser muy probablemente, la misma que en los toneles, no sólo por el consumo, sino también por la que ocasiona la corriente de vapor, la cual debe ser cuidadosamente arreglada. La pérdida mecánica y la de evaporación no tiene, sin embargo, grande importancia, puesto que la mayor parte del azogue se recupera en los tanques enfriadores.

Esta amalgamación es superior á la de toneles respecto al tiempo empleado y al esfuerzo requerido: sin embargo, hay algunos inconvenientes que hasta hoy no han podido vencerse. El principal es la obstrucción por la amalgama, de los agujeros de las planchas del fondo, por ser muy difícil limpiarlos: puede en parte evitarse esto, descargando el azogue al fin de cada amalgamación; pero entonces las planchas de los agujeros quedan más expuestas al contacto con las sales minerales que, atacándolas, agrandarán los agujeros, causando con esto más perjuicio que beneficio. La límpia de las cubas es nociva á la salud de los operarios cuando no se da tiempo á que, enfriándose, se precipite el mercurio.

Digitized by Google

El mineral, reverberado y perfectamente pulverizado, se extiende en una plataforma humedeciéndola con agua, y después se pone en movimiento el aparato cargado con el azogue y el agua que necesitare. El amalgamador se carga con seiscientas ú ochocientas libras de mineral. Si hay mucho vapor, el mineral y el azogue son lanzados contra la cubierta. Y si por otra parte, el vapor es poco, la amalgamación será dilatada. La amalgama se deposita á veces sobre las planchas giratorias, de donde es necesario qnitarla con un raedor, sin quitarlas de su lugar.

Cuatro ó seis horas de movimiento son bastantes para terminar la operación, y llegado este caso, debe descargarse en un agitador.

Amalgamación en frío.

El método conocido por "Beneficio de Patio," siendo perfectamente conocido en la República, se omite su descripción.

Amalgamación en Panes de minerales reverberados.

Compuestos minerales de plata que no puedan beneficiarse satisfactoriamente en panes, ó polvillos de pan de amalgamación, los que contengan minerales rebeldes que resistan á la acción de los reactivos, darán el mejor resultado después de haberles sujetado á una reverberación clorurante. La presencia de metales bajos hará la amalgama impura; pero este defecto depende, en parte, de la mayor ó menor atención con que se

Digitized by Google

practique la reverberación. Cierta cantidad de cobre en la barra, no es nociva después de todo, aumentando únicamente los gastos de transporte en el express. Si el mineral es de tal naturaleza que la amalgama contenga mucho plomo, será necesario refinar el metal y en este caso el cálculo demostrará cuál es el mejor camino, si reverberar ó beneficiar en crudo, aun cuando se pierda más plata. Generalmente, si beneficiando mineral de cien onzas por tonelada aproximadamente, por medio de la reverberación no se aumenta más que un diez por ciento, no se costearán los gastos de reverberación. Si el mineral es muy rico, especialmente cuando contenga oro, el camino más adecuado, para reducirlo, es amalgamarlo en panes sin reverberarlo, recogiendo todos los residuos del lavado en grandes tanques, reverberándolos en seguida para beneficiarlos en los panes, ya sea solos ó mezclándolos con mineral crudo. En este último caso, al lavar, el agua arrastra siempre algún mineral muy fino y á pesar de esto, la pérdida es menor, ó puede ser mucho ménos que la pérdida de reverberación en algunas especies ricas de mineral. Tomando este hecho en conjunto, se ve que el mineral rico, siendo reverberado previamente á la amalgamación, tendrá que sufrir, no sólo la pérdida química sino la causada por el tiro del horno; por el contrario los polvillos del pan, cuando entran al horno, después de la amalgamación tendrán sólo la sexta parte, ó tal cantidad del valor original del mineral.

Minerales que contengan antimonio en exceso, semejantes á los de la veta de Sheba (en Humboldt Country Nº 7.) ó combinaciones con zinc y fierro, como las

Digitized by Google

de la veta de Rappahannock (Palmira District N. 7.) no pueden beneficiarse en panes, sin reverberar. También los arseniuros auríferos ó piritas de fierro, requieren la reverberación.

La amalgamación puede ejecutarse en cualesquiera panes; pero con objeto de evitar que el azogue se transforme en protocloruro (calomel), deberán tomarse disposiciones convenientes para que en cada descarga salgan en totalidad los residuos y el azogue. La construcción de los panes de Wheeler y de Hepburn, hacen tal descarga necesaria. En tal concepto, y porque aquellos sean superiores por varias razones, deben preferirse á otros panes. En los de Wheeler, habrá sin embargo que cambiar los dados por otros llenos y que no dejen entre sí canales donde se deposite el azogue, ó mejor será poner un sobrefondo de una sola pieza de fierro fundido del más duro.

El mineral se introduce, teniendo en cuenta su volumen y la capacidad del pan; por ejemplo, poniendo quinientas á seiscientas libras en uno de Wheeler, ó mil en uno de Hepburn con su correspondiente cantidad de agua. El vapor se empleará moderadamente. El mineral se beneficiará casi como en los toneles; pasada una hora de movimiento, cuando la mayor parte de los sulfatos y cloruros estén descompuestos, y la plata reducida al estado metálico, se agregarán sesenta libras de azogue. La amalgamación marcha ahora con la misma velocidad y moderada temperatura por dos horas, al cabo de las cuales, todo se descarga. El pan se carga de nuevo, y se procede como antes. Los panes de Wheeler, lo mismo que los de Hepburn, requieren tres horas

Digitized by Google

para la amalgamación de una carga; otros exigen cuatro ó cinco, según sus circunstancias.

Si el mineral produce amalgama impura, la impureza puede determinarse con seguridad, después de la primera descarga, tomando un ensaye de diez granos (6½ centígramos) próximamente, que se calienta al calor rojo, con tiro suficiente para desprender el azogue. Una vez bien refogado, debe ensayarse con el soplète. Si no hay otros metales más que el fierro, no hay otro remedio para evitarlo, que la reverberación. Los cloruros de otros metales bajos, pueden destruirse, usando algo de cal viva, polvo de piedra de cal, ó cenizas limpias de madera. De uno á uno y medio por ciento de cal, se carga con el mineral. Un cuarto de hora después, se toma un ensaye del mineral que se está beneficiando, se pone en una vasija de porcelana, y con una pieza adecuada de cobre se frota, agregando antes una poca de agua y unas gotas de azogue. Si el azogue se cubre instantáneamente con una costra negra, es necesario poner más cal; quince minutos después se práctica, como se acaba de decir, un nuevo ensaye y se repetirá la operación hasta que el azogue no se ponga negro ó muy poco negro. Mucha cal es nociva para extraer la plata.

El remedio que antes se ha indicado, no debe ser sino de circunstancias, es mejor practicarlo en el horno. Iguales minerales beneficiados con cincuenta por ciento de mineral crudo, le servirán de reactivo perfectamente.

Digitized by Google

Procedimiento de fundición.

Este procedimiento, usado en San Francisco y otros lugares de California, es el conocido en nuestro país, y que se practica en hornos de reverbero llamados Galemes. En California emplean como fundente además del plomo, la sosa bruta que aquí llamamos Tequezquite. Su empleo fué aconsejado en México, hace un siglo, por el ilustre Garcés.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LIBRARY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
LOAN DEPT.
THIS BOOK IS DUE BEFORE CLOSING TIME
ON LAST DATE STAMPED BELOW

LIBRARY USE
MAR 31 1970

REC'D LD MAR 31 '70-4PM

LIBRARY USE
APR 1 1970

APR 2 1970

LD 62A-30m-2,'69
(J6534s10)9412A—A-32

General Library
University of California
Berkeley

Digitized by Google